

**ANALISA PERBANDINGAN KONSTRUKSI JALAN PERKERASAN
LENTUR DENGAN PERKERASAN KAKU DITINJAU DARI METODE
PELAKSANAAN DAN BIAYA**

Studi Kasus: Pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik**

Oleh:

LUTFI ANA SAHRIANTO

D 100 110 094

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PERBANDINGAN KONSTRUKSI JALAN PERKERASAN
LENTUR DENGAN PERKERASAN KAKU DITINJAU DARI METODE
PELAKSANAAN DAN BIAYA**

**Studi Kasus: Pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

PUBLIKASI ILMIAH

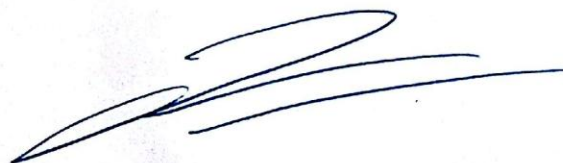
oleh:

LUTFI ANA SAHRIANTO

D 100 110 094

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Senja Rum Harnaeni, ST., MT

NIK.795

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PERBANDINGAN KONSTRUKSI JALAN PERKERASAN
LENTUR DENGAN PERKERASAN KAKU DITINJAU DARI METODE
PELAKSANAAN DAN BIAYA**

**Studi Kasus: Pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

OLEH

LUTFIANA SAHRIANTO

D 100 110 094

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 10 Mei 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

- 1. Senja Rum Harnaeni, ST. MT
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Ir. M. Nur Sahid, MM. MT
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Mochamad Solikhin, ST. MT. PhD
(Anggota II Dewan Penguji)**


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Dr. Mochamad Solikhin, ST. MT. PhD

NPM. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, ...10 Mei... 2016

Penulis



LUTFLANA SAHRIANTO

D 100 110 094

ANALISA PERBANDINGAN KONSTRUKSI JALAN PERKERASAN LENTUR DENGAN PERKERASAN KAKU DITINJAU DARI METODE PELAKSANAAN DAN BIAYA

Studi Kasus: Pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Abstrak

Jalan merupakan salah satu prasarana penghubung darat yang berperan penting dalam kehidupan manusia. Salah satunya mendukung adanya perpindahan atau mobilisasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Dalam pembangunannya jalan memerlukan biaya yang banyak. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang baik dan sesuai standar agar mendapatkan hasil efektif, efisien dan ekonomis. Tugas akhir ini dilakukan untuk evaluasi sekaligus perbandingan antara penggunaan jalan perkerasan lentur menggunakan konstruksi saluran drainase cor ditempat dengan jalan perkerasan kaku menggunakan konstruksi saluran drainase *precast* pada proyek peningkatan jalan Mantingan-Ngawi. Penelitian ini membandingkan ke dua paket pekerjaan tersebut dari segi biaya dan metode pelaksanaannya. Perbandingan biaya konstruksi jalan di fokuskan pada biaya lapis perkerasan dan *leveling* sepanjang 2 km, sedangkan biaya saluran drainase difokuskan pada masing-masing konstruksi utamanya sepanjang 850 m. Pada kegiatan ini metode penelitian dibagi menjadi 4 tahap, yaitu tahap pertama adalah studi literatur dan survey awal, tahap kedua pengumpulan data skunder sebagai pendukung penelitian, tahap ketiga melakukan analisa pembahasan dari setiap pekerjaan dan tahap ke empat adalah kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, untuk paket pekerjaan jalan perkerasan lentur menggunakan konstruksi saluran drainase cor ditempat menghabiskan biaya sebesar Rp. 11.970.576.399,00, sedangkan untuk paket pekerjaan perkerasan kaku menggunakan saluran drainase *precast* menghabiskan biaya sebesar Rp. 16.684.481.501,00, sudah termasuk PPN 10%. Perbedaan dari segi metode pelaksanaan antara pekerjaan perkerasan lentur dan pekerjaan perkerasan kaku terdapat pada pengerjaan pemadatan, pada perkerasan lentur pemadatan dilakukan dengan 3 tahap (pemadatan awal, pemadatan antara dan pemadatan akhir), sedangkan pada perkerasan kaku pemadatan dilakukan dengan 1 tahap (dengan alat getar *vibrator*). Untuk pengerjaan perkerasan lentur tidak memakai *bekisting*, sedangkan perkerasan kaku memerlukan *bekisting*. Pada perkerasan lentur tidak memerlukan umur tunggu konstruksi, sedangkan pada perkerasan kaku memerlukan umur tunggu konstruksi (umur beton \pm 28 hari).

Kata Kunci: Perkerasan lentur, perkerasan kaku, perencanaan tebal perkerasan, biaya konstruksi, metode pelaksanaan konstruksi, harga satuan pekerjaan.

Abstracts

Road is one of the ground connect facility which had an important role play in the in human life. One of the support is their displacement or mobilization from one place to another. In road construction costs that much. Therefore we need good planning and appropriate standards in order to get the effective, efficient and economical result. This final task is made to evaluate at the same time a comparison between the use of flexible pavement road construction use drainage channels cast in place by way of rigid pavement using precast drainage channel construction on road improvement project between Mantingan to Ngawi. This study compares the two packages the job in terms of cost and methods of implementation. Comparison of road construction are centered on the cost of pavement and leveling along the 2 km, while the cost of drainage channels focused on each of the main construction along 850 m. In this event research method divided into four stages: the first stage is the study of literature and the initial survey, the second stage of secondary data collection to support the research, the third stage analysis of the discussion of each job and the fourth stage is the conclusions and suggestions from the discussion. From the analysis that has been done, for the work package using the flexible pavement road construction drainage channels cast in place at a cost of Rp. 11,970,576,399.00, whereas for rigid pavement work packages using precast drainage channels at a cost of Rp. 16.684.481.501.00, including 10% of tax. The difference in terms of implementation methods between work flexible pavement and jobs rigid pavement found in the work of compaction, the flexible pavement compaction is done with three stages (compaction, intermediate rolling and finishing rolling), while the rigid pavement compaction is done with the first phase (with vibrator only). For flexible pavement construction does not use the framework, while the rigid pavement requires framework. At the flexible pavement construction does not require a wait of age, whereas in rigid pavement construction requires a wait of age (aged concrete \pm 28 days).

Keywords: Pavement flexible, rigid pavement, pavement thickness planning, construction costs, method of construction, unit price.

1. PENDAHULUAN

Menurut UU RI No.22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan yang diundangkan setelah UU No.38 mendefinisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/ atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

Dalam rangka mendukung perkembangan suatu daerah atau kota diperlukan adanya sarana dan prasarana pendukung, dalam hal ini adalah jalan sebagai pendukung mobilitas atau perpindahan dari suatu tempat ke tempat lainnya dan untuk menunjang kegiatan sehari-hari. Mengingat jalan di daerah Mantingan-Ngawi kondisinya sudah dalam kondisi harus diperbaiki atau kondisi dimana jalan tersebut sudah tidak nyaman untuk dilewati, maka pemerintah provinsi Jawa Timur yang merupakan pihak yang berwenang akan hal ini melalui pemerintah kabupaten melakukan perbaikan jalan di daerah Mantingan-Ngawi dengan panjang total 2 km dan lebar 7,5 m.

Seperti halnya konstruksi yang lain, jalan dalam pembangunannya juga memerlukan biaya yang banyak. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan biaya dan metode pelaksanaan yang benar- benar optimal agar dapat menghemat biaya sekaligus material yang dibutuhkan. Maka diperlukan analisa perbandingan biaya dan metode pelaksanaan untuk mengetahui biaya yang terjangkau serta metode pelaksanaan yang efektif. Dengan alasan itu penulis mengadakan studi kasus Tugas Akhir dengan judul **“Analisa Perbandingan Konstruksi Jalan Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku Ditinjau Dari Metode Pelaksanaan dan Biaya”** (Studi kasus: Pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi).

Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang diatas, maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana menganalisa perbandingan biaya antara satu paket pekerjaan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan saluran drainase cor ditempat dengan satu paket pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan saluran drainase pracetak/*precast* ?
- 2) Bagaimana membandingkan metode pelaksanaan satu paket pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan drainase cor ditempat dan satu paket pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan drainase pracetak/*precast* ?
- 3) Berapa besar pengaruh biaya satu paket pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan saluran drainase cor ditempat terhadap satu paket pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan konstruksi saluran drainase pracetak/*precast* dengan keseluruhan volume pekerjaan ?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan analisa perbedaan biaya melalui perhitungan harga masing-masing jenis material konstruksi dan harga pelaksanaan konstruksi tersebut.
- 2) Melakukan analisa metode pelaksanaan yang tepat digunakan berdasarkan harga/biaya dan efisiensi waktu pada pelaksanaan paket pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan saluran drainase cor ditempat dan paket pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan saluran drainase pracetak/*precast*.
- 3) Pengaruh besaran biaya paket pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan saluran drainase cor ditempat dengan paket pekerjaan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan saluran drainase pracetak/*precast* akan di analisis terhadap keseluruhan volume pekerjaan diproyek.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini:

- 1) Bagi Penulis untuk mengetahui perbandingan biaya dan metode pelaksanaan satuan paket pekerjaan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan saluran drainase cor ditempat dengan satuan paket pekerjaan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan konstruksi drainase pracetak/*precast*.
- 2) Bagi mahasiswa dan umum adalah menambah bahan bacaan dan referensi mengenai analisa perbandingan biaya dan metode pelaksanaan satuan paket pekerjaan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan saluran drainase cor ditempat dengan satuan paket pekerjaan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan konstruksi saluran drainase pracetak/*precast*.
- 3) Bagi jasa perencanaan adalah sebagai bahan evaluasi dalam perencanaan konstruksi jalan dan bangunan pelengkapannya selanjutnya.
- 4) Diharapkan mampu mengembangkan ilmu pengetahuan teknik sipil khususnya dalam bidang manajemen proyek konstruksi.

Batasan Masalah

Berdasarkan pada rumusan masalah di atas, penulis akan membatasi masalah berdasarkan pada:

- 1) Studi kasus ini dilakukan pada pekerjaan peningkatan jalan Mantingan-Ngawi
- 2) Data-data dan sumber informasi diperoleh dari studi kasus pelaksanaan pekerjaan Peningkatan jalan Mantingan-Ngawi dan *responden* yang dijadikan sebagai narasumber/sumber informasi adalah perusahaan konstruksi PT. JATISONO MULTI KONSTRUKSI sebagai kontraktor pelaksana.
- 3) Data perhitungan perkerasan lentur diambil dari kontraktor pelaksana dan DPU Kabupaten Ngawi.
- 4) Spesifikasi dan harga konstruksi saluran drainase berupa beton *precast* dari wawancara dengan narasumber proyek terkait.
- 5) Penelitian dibatasi pada kinerja metode pelaksanaan dan biaya pada pekerjaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku serta pekerjaan saluran drainase tanpa menghitung biaya perawatan dengan panjang jalan 2 km dan lebar 7,5 m.
- 6) Studi perhitungan meliputi pekerjaan konstruksi jalan, pekerjaan berbutir, pekerjaan pelebaran dan pekerjaan drainase.
- 7) Tanah dasar dan lapisan pondasi jalan memakai lapis perkerasan lama (perkerasan lentur).
- 8) Analisa biaya menggunakan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan harga material dan upah pekerja dari kontraktor pelaksana PT. JATISONO MULTI KONSTRUKSI.
- 9) Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) tahun 2015 di kabupaten Ngawi dan mengacu pada pedoman proyek.

2. METODE

Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan jalan yang menggunakan bahan ikat aspal, yang sifatnya lentur terutama pada saat panas. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar yang dipadatkan melalui beberapa lapisan sebagai berikut:

- 1) Lapisan tanah dasar (*Sub Grade*)
Tanah dasar adalah permukaan tanah semula/permukaan galian/permukaan tanah timbunan yang didapatkan dan merupakan permukaan dasar.
- 2) Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*).
Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsinya yaitu:
 - a) sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
 - b) Untuk efisiensi penggunaan material agar lapisan yang lain dapat dikurangi tebalnya untuk penghematan biaya.
 - c) Untuk mencegah material tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi.
 - d) Sebagai lapisan konstruksi perkerasan lentur pertama, agar pelaksanaan pembangunan jalan berjalan dengan lancar.
- 3) Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
Lapis pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah. Fungsi lapis pondasi atas antara lain:
 - a) Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
 - b) Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan di atasnya.
 - c) Pembentukan lapisan yang relatif lebih tebal, sehingga beban menyebar.
- 4) Lapisan Permukaan (*Surface Course*)
Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang letaknya paling atas. Merupakan campuran dari agregat dan aspal yang bergradasi rapat yang harus kedap air, permukaan rata namun kasar. Fungsi lapis permukaan antara lain:
 - a) Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
 - b) Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
 - c) Sebagai lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menerima gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
 - d) Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku atau perkerasan beton merupakan perkerasan yang menggunakan semen/*Portland Cement* (PC) sebagai bahan pengikat. (Sukirman, S. 1992). Secara spesifik perkerasan kaku juga didefinisikan suatu susunan konstruksi perkerasan dimana sebagai lapisan atas digunakan pelat beton yang terletak diatas lapisan pondasi atau langsung diatas tanah dasar (*sub grade*). Perkerasan kaku mempunyai kekakuan dan *stiffnes*, akan menyalurkan beban pada daerah yang relatif lebih luas pada *subgrade*, beton sendiri bagian utama yang menanggung beban struktural.

Berdasarkan adanya sambungan dan tulangan pelat beton, perkerasan kaku diklasifikasikan menjadi tiga jenis :

- 1) Perkerasan beton tidak bertulang bersambungan (*Jointed Plain Concrete Pavement, JPCP*)
- 2) Perkerasan beton bertulang bersambungan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement, JRCP*)
- 3) Perkerasan beton bertulang kontinyu (*Continous Reinforced Concrete Pavement, CRCP*)

Konstruksi Saluran Drainase Samping Jalan

Drainase jalan/selokan samping jalan adalah konstruksi saluran air yang dibuat disisi kanan atau kiri jalan untuk keperluan menampung dan sekaligus pelimpahan air dari bangunan jalan.

Fungsi drainase atau selokan samping yaitu:

- 1) Menampung dan membuang air yang berasal dari permukaan jalan.
- 2) Menampung dan membuang air yang berasal dari daerah pengaliran sekitar jalan.
- 3) Menjadi bangunan pelengkap yang mendukung tercapainya umur rencana jalan dan kondisi jalan.

Menurut metode pelaksanaannya konstruksi drainase dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

- 1) Drainase cor ditempat

Konstruksi drainase cor ditempat merupakan bangunan konstruksi drainase yang pembuatan atau pelaksanaan pengecoran konstruksinya langsung pada tempat pekerjaannya, mulai dari pembuatan bekisting, pembersian dan pengecoran dilaksanakan diproyek/tempat kerjanya.

- 2) Drainase cor ditempat

Beton pracetak atau *precast* merupakan konstruksi beton yang telah dibuat dipabrik dengan bentuk sesuai cetakan dan spesifikasi sesuai perencanaan.

Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, perencanaan merupakan salah satu hal utama yang sangat penting sebagai landasan atau acuan dalam menentukan sebuah sasaran/tujuan. Dalam hal ini perencanaan pembangunan konstruksi jalan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan saluran drainase pracetak/*precast*, harus didasari dengan sebuah perencanaan yang baik guna mendapatkan hasil akhir yang sesuai dengan perencanaan awal.

Perencanaan konstruksi yang dilakukan diantaranya menentukan tebal pelat jalan beton (*rigid pavement*), menentukan kebutuhan tulangan jalan beton (*rigid pavement*) dan menentukan sambungan konstruksi yang digunakan melalui metode *AASHTO (1993)* sebagai berikut:

- 1) Perancangan lalu-lintas
 - a) Umur rancangan (n)
 - b) Kemampuan pelayanan ΔPSI
 - c) Hitungan lalu-lintas rancangan metode *W18 Equivalent Single Axle Load (ESAL)*
 - d) Faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL)
 - e) Pertumbuhan lalu-lintas (R)
 - f) Lalu-lintas rancangan total
 $(ESAL)_n = (ESAL)_0 \times R \times DD \times DL$
- 2) Perancangan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*)
 - a) Reliabilitas (R)
 - b) Deviasi standar keseluruhan (*So*) dan deviasi standar normal (ZR)
 - c) Koefisien drainase (*Cd*)
 - d) Material beton = modulus elastisitas beton (*Ec*)
 - e) Modulus reaksi tanah dasar efektif (*k*)
 - f) Koefisien transfer beban (*J*)
 - g) Penentuan tebal pelat beton (*D*)

$$\text{Log}_{10} \text{ W18} = \text{ZR So} + \text{Log}_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32Pt) \times \text{Log}_{10} \frac{Sc' \cdot Cd \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(Ec/k)^{0,25}} \right]}$$

- 3) Perancangan penulangan perkerasan kaku (*rigid pavement*)
 - a) Koefisien gesek (*F*)
 - b) Perancangan tulangan memanjang
 - c) Perancangan tulangan melintang
 - d) Kuat tarik tulangan

Perencanaan Konstruksi Saluran Drainase Pracetak/*Precast*

Dalam perencanaan konstruksi drainase pracetak/*precast* perhitungan yang dilakukan hanya mencari total kebutuhan beton beton pracetak/*precast* dengan spesifikasi-spesifikasi beton *precast* yang telah ditentukan dengan kebutuhan.

Perhitungan total kebutuhan beton pracetak/*precast* dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan konstruksi drainase precast} = \frac{\text{Panjang rencana pembangunan konstruksi}}{\text{Panjang konstruksi beton precast}}$$

Tahap Penelitian

- 1) Tahap I. Studi literatur
- 2) Tahap II. Pengumpulan data skunder sebagai pendukung penelitian
- 3) Tahap III. Analisis dan pembahasan
- 4) Tahap IV. Analisa perbandingan metode pelaksanaan dan biaya dari setiap paket pekerjaan konstruksi
- 5) Tahap V. Kesimpulan dan saran
- 6) Tahap VI. Selesai

Lokasi Penelitian

Penelitian (studi kasus) dilakukan pada Proyek Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi yang berupa struktur perkerasan lentur menggunakan saluran drainase cor ditempat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lingkup Analisis

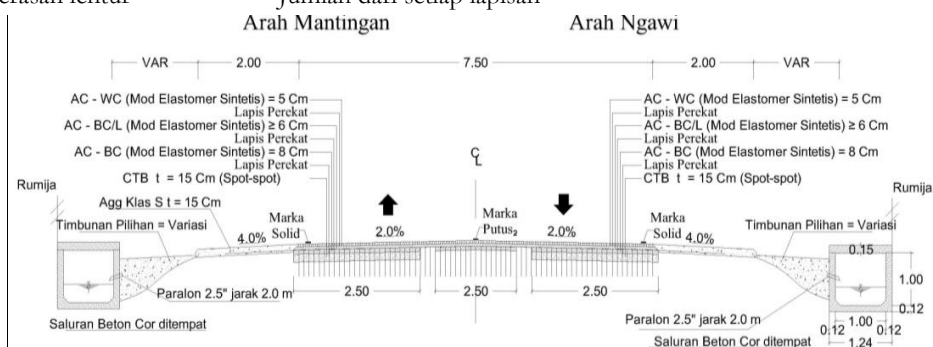
Kriteria analisis pekerjaan peningkatan perkerasan jalan Mantingan-Ngawi, yang semula menggunakan lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan konstruksi drainase cor ditempat akan dianalisa menjadi lapis perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan konstruksi drainase pracetak/*precast*.

1) Data Konstruksi Awal

Jalan Ngawi-Mantingan merupakan jenis jalan arteri.

a) Data bangunan jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*):

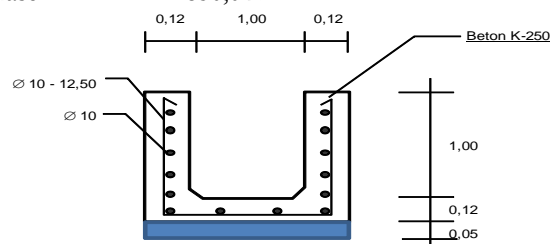
- (1) Lebar jalur lalu efektif = 7,50 m
- (2) Lebar bahu jalan = 2,00 m (kanan-kiri)
- (3) Panjang jalan = 2,00 km
- (4) Pondasi agregat kelas S (bahu jalan) = 15,00 cm
- (5) *Cement Treated Base (CTB)* = 15,00 cm
- (6) Lapis permukaan (*surface course*):
 - AC-WC (*Mod Elastomer Sintetis*) = 5,00 cm
 - AC-BC/L (*Mod Elastomer Sintetis*) = 6,00 cm
 - AC-BC (*Mod Elastomer Sintetis*) = 8,00 cm
- (7) Tebal perkerasan lentur = Jumlah dari setiap lapisan



Gambar 1. Potongan melintang struktur jalan perkerasan lentur

b) Data konstruksi drainase cor ditempat:

- (1) Total volume galian = 1.180,0 m³
- (2) Total volume beton cor (K250-fc'20Mpa) = 482,0 m³
- (3) Total volume beton cor (K125-fc'10Mpa) = 52,70 m³
- (4) Total kebutuhan tulangan besi/baja = 28.948 Kg
- (5) Panjang total konstruksi drainase = 850,0 m'



Gambar 2. Potongan melintang struktur drainase cor ditempat

2) Analisis perhitungan volume dan perencanaan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan saluran drainase pracetak/*precast*.

a) Analisis perancangan lalu-lintas (*Traffic Design*)

- (1) Umur rancangan (n) = 20 tahun
- (2) Kemampuan pelayanan ΔPSI = $\Delta PSI = P_o - P_t = 4,5 - 2,5 = 2,0$
- (3) *Equivalent Single Axle Load* – W18 (*ESAL*), umur rancangan 20 tahun
 $(ESAL)_0$ = LHR x Faktor Ekivalensi (*E*) x 365
= 1650 x 0,0005 x 365 = 301,125
 $(ESAL)_{20}$ = $(ESAL)_0 \times R$
= $301,125 \times \frac{(1+0,05)^{20}-1}{0,05} = 9956,985429$

Tabel I. Perhitungan nilai *ESAL* rancangan umur rencana 20 tahun

No	Tipe Kendaraan	Susunan Gandar	LHR	Faktor Ekivalensi	Hari dalam setahun	$(ESAL)_0$	<i>ESAL</i> Rancangan
1	Sedan, Jeep, St. Wagon	1.1	1650	0,0005	365	301,125	9956,985429
2	Pick-up, combi	1.2	350	0,3106	365	39679,15	1312028,953
3	Truck 2 as (L)	1.2L	680	0,3106	365	77090,92	2549084,822
4	Bus kecil	1.2	350	0,3106	365	39679,15	1312028,953
5	Bus besar	1.2	410	0,1592	365	23824,28	787772,549
6	Truck 2 as (H)	1.2H	720	2,3286	365	611956,08	20234911,65
7	Truck 3 as	1.2.2	410	2,6209	365	392217,69	12969051,97
8	Trailer 4 as, truck gandeng	1.2+2.2	60	7,0588	365	154587,72	5111590,454
9	Truck s. Trailer	1.2.2+2.2	45	4,3648	365	71691,84	2370559,091
Jumlah <i>ESAL</i> total untuk umur rencana 20 tahun							46.656.985

Dari jumlah total (*ESAL*) selama 20 tahun yang dihasilkan dalam perhitungan tabel V. 3, dengan memperhitungkan nilai distribusi lajur (*DL* = 1) dan nilai distribusi arah (*DD* = 0,5), maka didapat *ESAL* total:

$$\begin{aligned}
 ESAL \text{ total} &= ESAL_{20} \times DL \times DD \\
 &= 46.656.985 \times 1 \times 0,5 \\
 &= 23.328.493 = 23 \times 10^6, \text{ (dibulatkan} = 23000000 \text{ } ESAL)
 \end{aligned}$$

b) Analisis perancangan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Setelah melakukan perhitungan beban lalu-lintas (*traffic design*) kemudian menentukan nilai di dalam parameter yang digunakan untuk perencanaan tebal pelat perkerasan kaku, nilai/parameter-parameter yang digunakan disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel II. Parameter-parameter yang digunakan dalam perencanaan tebal pelat perkerasan kaku

No	Parameter	AASHTO (1993)	Desain
1	Umur rencana	(n) tahun rencana	20 tahun
2	Lalu-lintas, <i>ESSAL</i>	W18 <i>ESSAL</i>	23.000.000 <i>ESAL</i>
3	<i>Terminal serviceability</i> (<i>Pt</i>)	2,0 - 3,0	2,5
4	<i>Initial serviceability</i> (<i>Po</i>)	4,5	4,5
5	<i>Serviceability loss</i> (ΔPSI)	<i>Po</i> - <i>Pt</i>	2
6	<i>Reliability</i> (<i>R</i>)	75 - 99,9	90%
7	<i>Standard normal deviation</i> (<i>ZR</i>)	(-0,674 s/d -1,645)	-1,282
8	<i>Standard deviation</i> (<i>So</i>)	0,30 - 0,40	0,35
9	Modulus reaksi tanah dasar (<i>k</i>)	Berdasar CBR 6*	160 pci
10	Modulus elastisitas beton (<i>Ec</i>)	Berdasar : <i>f'c</i> = 350 kg/cm ²	4.020.000 psi
11	<i>Flexural strength</i> (<i>S'c</i>)	Berdasar : <i>S'c</i> = 45kg/cm ²	640 psi
12	<i>Drainage coefficient</i> (<i>Cd</i>)	1,10 - 1,20	1,15
13	<i>Load transfer coefficient</i> (<i>I</i>)	2,50 - 2,60	2,55

Rumus modifikasi AASHTO (1993) untuk jalan arteri dengan nilai *Reliability* (*R*) = 90% adalah sebagai berikut:

$$\text{Log10 W18} = -0,0759 + 7,35 \text{Log10 } (D + 1) - \frac{0,1761(D + 1)^{8,46}}{(D + 1)^{8,46} + 1,624 \times 10^7} + 3,42 \times \text{Log10} \frac{D^{0,75} - 1,132}{D^{0,75} - 1,4631}$$

Berdasarkan hasil iterasi dari persamaan diatas, didapatkan nilai rancangan tebal pelat beton perkerasan kaku (*rigid pavement*), *D* = 9 in = 22,5 cm, diambil tebal pelat dengan pembulatan = 23 cm.

c) Analisis perancangan penulangan jalan beton (*Rigid Pavement*)

Berdasarkan peraturan penulangan dari beberapa sumber, maka dipakai beberapa ketentuan peraturan untuk perancangan penulangan:

- (1) Untuk tulangan melintang dipakai tulangan ulir dengan diameter ($\varnothing 19$ mm, berat 2,226 kg/m²) sedangkan tulangan memanjang dipakai tulangan ulir dengan diameter ($\varnothing 16$ mm, berat 1,578 kg/m²)
- (2) Jarak tulangan memanjang terhadap arah melintang yang digunakan = 22,5 cm. Jumlah tulangan = (lebar segmen beton : jarak tulangan) +1
- (3) Jarak tulangan melintang terhadap arah memanjang yang digunakan = 60 cm. Jumlah tulangan = (panjang segmen beton : jarak tulangan) +1

d) Analisa perencanaan konstruksi drainase pracetak/*precast*

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan} &= \frac{\text{Panjang pekerjaan saluran drainase}}{(\text{Panjang Uditch tipe 1000/1000})+(\text{spasi mortar})} \\ &= \frac{850 \text{ meter}}{(1,2 \text{ m})+(0,02 \text{ m})} \\ &= 696,72. \text{ Dibulatkan} = 697 \text{ buah U-ditch.} \end{aligned}$$

3) Analisa Harga Satuan

Tabel IV. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Perkerasan Lentur Menggunakan Saluran Drainase Cor ditempat

No. Mata Pembayaran	Uraian	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga (Rupiah)
Divisi 1. Umum:						
1.2	Mobilisasi	-	Ls	1,00	14.200.000,00	14.200.000,00
1.8 (1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	-	Ls	1,00	89.366.200,00	89.366.200,00
1.17	Pengamanan Lingkungan Hidup	-	Ls	1,00	22.934.000,00	22.934.000,00
					Sub. Total :	126.500.200,00
Divisi 2. Pekerjaan Drainase Cor ditempat:						
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	EI-21	M ³	1180,00	52.147,41	61.533.943,80
2.3.(12)	Beton K250 (fc' 20) untuk struktur drainase beton minor	EI-2312	M ³	482,00	1.446.223,54	697.079.747,68
2.3.(13)	Baja Tulangan untuk struktur drainase beton minor (U.24)	EI-2313	Kg	28948,00	14.918,62	431.864.302,99
					Sub. Total :	1.190.477.994,47
Divisi 3. Pekerjaan Tanah:						
3.1.(6)	Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine	EI-316	M ³	75,00	345.486,92	25.911.519,00
3.1.(7)	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	EI-317	M ³	960,00	290.478,71	278.859.561,60
3.1.(8)	Galian Perkerasan berbutir	EI-318	M ³	420,00	276.704,59	116.215.927,80
3.2.(2)	Timbunan Pilihan (untuk penutup saluran drainase)	EI-322	M ³	450,80	291.139,46	131.245.668,57
					Sub. Total :	552.232.676,97
Divisi 4. Pekerjaan Bahu Jalan:						
4.2.(2b)	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	EI-512	M ³	1200,00	365.863,32	439.035.984,00
					Sub. Total :	439.035.984,00
Divisi 5. Pekerjaan Berbutir:						
5.5.(1)	Lapis Pondasi Atas Semen Klas A (Cement Treated Base) (CTB)	EI-532	M ³	900,00	655.312,79	589.781.511,00
					Sub. Total :	589.781.511,00
Divisi 6. Pekerjaan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)						
6.1 (2)(b)	Lapis Perekat - Aspal Emulsi	EI-611a	Liter	8925,00	13.754,65	122.760.251,25
6.3(5b)	Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC Mod)	EI-635b	Ton	1898,00	1.518.494,61	2.882.102.769,78
6.3(6b)	Laston Lapis Antara Modifikasi (AC-BC Mod)	EI-636b	Ton	1104,00	1.480.871,31	1.634.881.926,24
6.3(6d)	Laston Lapis Antara Modifikasi Perata (AC-BC(L)Mod) Leveling	EI-636d	Ton	2070,00	147.596,27	3.055.252.248,90
					Sub. Total :	7.694.997.196,17
Divisi 7. Struktur						
7.1 (10)	Beton mutu rendah fc'= 10 MPa (K-125) untuk lantai kerja drainase	EI-7110	M ³	52,70	1.240.717,25	65.385.799,08
					Sub. Total :	65.385.799,08
Divisi 8. Marka Jalan						
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	EI-841	M ²	630,00	13.9915,94	88.147.042,20
					Sub. Total :	88.147.042,20
Divisi 9. Pekerjaan Pemeliharaan Rutin						
10.1 (1)	Pemeliharaan Rutin Perkerasan	-	Ls	1,00	79.892.564,49	79.892.564,49
10.1 (2)	Pemeliharaan Rutin Bahu Jalan	-	Ls	1,00	8.763.061,89	8.763.061,89
10.1 (3)	Pemeliharaan Rutin untuk Selokan, Saluran Air, Galian dan Timbunan	-	Ls	1,00	43.916.798,95	43.916.798,95
10.1 (4)	Pemeliharaan Rutin Perlengkapan Jalan	-	Ls	1,00	3.211.351,36	3.211.351,36
					Sub. Total :	135.783.776,69

Tabel V. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Perkerasan Kaku Menggunakan Saluran Drainase *Precast*

No. Mata Pembayaran	Uraian	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga (Rupiah)
Divisi 1. Umum:						
1.2	Mobilisasi	-	Ls	1,00	14.200.000,00	14.200.000,00
1.8 (1)	Manajemen dan keselamatan lalu lintas	-	Ls	1,00	89.366.200,00	89.366.200,00
1.17	Pengamanan lingkungan hidup	-	Ls	1,00	22.934.000,00	22.934.000,00
Sub Total :						126.500.200,00
Divisi 2. Pekerjaan Drainase Precast :						
2.1.(1)	Galian untuk drainase dan saluran air	EI-21	M ³	1156,00	52.147,41	60.282.405,96
-	Konstruksi drainase pracetak/ <i>precast</i>	-	Bh/Unit	709,00	1.529.904,98	1.084.702.630,82
7.1 (10)	Beton (K-125) untuk lantai kerja	EI-7110	M ³	31,00	1.240.717,25	38.462.234,75
2.2.(1)	Mortar untuk spasi konstruksi drainase <i>precast</i>	EI-22	M ³	1,88	360745,0328	678.886,08
Sub Total :						1.184.126.157,61
Divisi 3. Pekerjaan Tanah:						
3.1.(8)	Galian perkerasan berbutir	EI-318	M ³	1800,00	276.704,59	498.068.262,00
3.2.(2)	Timbunan pilihan (untuk saluran drainase)	EI-322	M ³	102,00	291.139,46	29.696.224,92
Sub Total :						527.764.486,92
Divisi 4. Pekerjaan Bahu Jalan:						
4.2.(2b)	Lapis pondasi agregat kelas S	EI-512	M ³	1200,00	365.863,32	439.035.984,00
Sub Total :						439.035.984,00
Divisi 5. Pekerjaan Berbutir:						
5.5.(1)	Lapis Pondasi Atas Klas A <i>Cement Treated Base</i> (CTB)	EI-532	M ³	630,00	655.312,79	412.847.057,70
Sub Total :						412.847.057,70
Divisi 6. Pekerjaan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)						
7.1.(4)	Beton mutu tinggi $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$ (K-350)	EI-714	M ³	3450,00	2.802.351,00	9.668.110.958,77
7.3(4)	Baja tulangan untuk struktur perkerasan kaku (Bj.39) Ulir	EI-2313	Kg	168586,00	16.007,73	2.698.678.568,56
-	<i>Opleging</i> plastik (untuk dasar pengecoran)	-	M ²	15000,00	1.500,00	22.500.000,00
Sub Total :						12.389.289.527,33
Divisi 7. Pekerjaan Marka Jalan						
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	EI-841	M ²	630,00	139.915,94	88.147.042,20
Sub Total :						88.147.042,20

Tabel VI. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Perkerasan Lentur Menggunakan Saluran Drainase Cor ditempat

Nomor Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan
1	Umum	126.500.200,00
2	Pekerjaan Drainase Cor Ditempat	1.190.477.994,47
3	Pekerjaan Tanah	552.232.676,97
4	Pekerjaan Bahu Jalan	439.035.984,00
5	Pekerjaan Berbutir	589.781.511,00
6	Pekerjaan Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	7.694.997.196,17
7	Pekerjaan Struktur	65.385.799,08
8	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor (Marka Jalan)	88.147.042,20
9	Pekerjaan Pemeliharaan Rutin	135.783.776,69
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		10.882.342.180,58
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		1.088.234.218,06
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		11.970.576.398,63
(D) PEMBULATAN		11.970.576.399,00
Terbilang:		Selabel Milyard Sembilan Ratus Tujuh Puluh Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Tiga Ratus Sembilan Puluh Sembilan Rupiah

Tabel VI. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Perkerasan Kaku Menggunakan Saluran Drainase *Precast*

Nomor Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan
1	Umum	126.500.200,00
2	Pekerjaan Drainase Pracetak/ <i>Precast</i>	1.184.126.157,61
3	Pekerjaan Tanah	527.764.486,92
4	Pekerjaan Bahu Jalan	439.035.984,00
5	Pekerjaan Berbutir	412.847.057,70
6	Pekerjaan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	12.389.289.527,33
7	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor (Marka Jalan)	88.147.042,20
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		15.167.710.455,75
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		1.516.771.045,58
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		16.684.481.501,33
(D) PEMBULATAN		16.684.481.501,00
Terbilang: Enam Belas Milyard Enam Ratus Delapan Puluh Empat Juta Empat Ratus Delapan Puluh Satu Ribu Lima Ratus Satu Rupiah		

4) Perbandingan Biaya dan Metode Pelaksanaan

- Dari hasil analisa biaya masing-masing paket pekerjaan konstruksi yang telah dibahas, untuk pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan drainase cor ditempat sebesar Rp. 11.970.576.399,00, untuk pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan drainase pracetak/*precast* sebesar Rp. 16.684,481,501,00, semua sudah termasuk PPN 10%.
- Dari perhitungan biaya masing-masing paket pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan drainase cor ditempat dengan paket pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan drainase pracetak/*precast* diperoleh perbedaan biaya sebesar Rp. 4.713.905.102,00. Sehingga jika ditinjau dari segi biaya lebih menghemat paket pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan saluran drainase cor ditempat. Selisih perbedaan biaya pekerjaan konstruksi cukup besar/mahal, hal ini disebabkan karena pekerjaan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) hanya sebatas pekerjaan perbaikan/rekonstruksi, sedangkan pekerjaan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) merupakan pekerjaan konstruksi baru yang pengerjaannya dimulai dari awal konstruksi.
- Ditinjau dari masing-masing item pekerjaan dan metode pelaksanaannya, untuk pekerjaan perkerasan jalan efisiensi waktu pelaksanaan lebih efektif dan cepat pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) jika dibandingkan perkerasan kaku (*rigid pavement*), karena dalam pelaksanaan pengerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) tidak memerlukan waktu tunggu umur jalan (usia konstruksi), sedangkan dalam pelaksanaan pengerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) memerlukan waktu untuk penulangan/pembesian dan waktu tunggu umur jalan (usia konstruksi beton). Sedangkan untuk pekerjaan konstruksi drainase pracetak/*precast* mempunyai waktu pelaksanaan yang lebih efektif jika dibandingkan dengan pelaksanaan konstruksi drainase cor ditempat, karena dalam pelaksanaan pengerjaannya konstruksi drainase pracetak/*precast* tidak memerlukan waktu untuk penulangan/pembesian dan pengecoran sampai menunggu umur konstruksi beton.
- Dari segi peralatan/alat berat yang digunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) lebih menghemat jika dibandingkan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*), karena dalam pengerjaannya perkerasan lentur (*flexible pavement*) lebih memerlukan banyak alat berat sehingga untuk biaya sewa juga akan lebih mahal. Sedangkan untuk pengerjaan konstruksi drainase jika ditinjau dari segi peralatan lebih menghemat konstruksi drainase cor ditempat, karena dalam pelaksanaan pengerjaannya cor ditempat hanya memerlukan sedikit alat berat, berbeda jika dibandingkan dengan konstruksi drainase pracetak/*precast* yang memerlukan banyak alat berat dalam pelaksanaan pengerjaannya.

Tabel VII. Perbandingan Biaya Konstruksi

No	Jenis Pekerjaan	Biaya		Panjang Jalan (m)
		Biaya Konstruksi (Rp)	Biaya Per-meter (Rp)	
1	Perkerasan lentur	10.780.098.404,53	5.390.049,20	2000
2	Perkerasan kaku	13.953.888.073,23	6.976.944,04	2000
	Selisih biaya	3.173.789.668,70	1.586.894,83	
3	Drainase cor ditempat	1.190.477.994,47	1.400.562,35	850
4	Drainase pracetak/ <i>precast</i>	1.184.126.157,61	1.393.089,60	850
	Selisih biaya	6.351.836,87	7.472,75	

Tabel VII. Perbandingan Selisih Panjang Konstruksi

No	Jenis Pekerjaan	Biaya		Panjang Jalan (m)
		Biaya Konstruksi (Rp)	Biaya Per-meter (Rp)	
1	Perkerasan lentur	10.780.098.404,53	5.390.049,20	2000
2	Perkerasan kaku	13.953.888.073,23	5.390.049,20	2588,82
Kelebihan panjang konstruksi				588,82
3	Drainase cor ditempat	1.190.477.994,47	1.393.089,60	854,56
4	Drainase pracetak/ <i>precast</i>	1.184.126.157,61	1.393.089,60	850
Kelebihan panjang konstruksi				4,56

Tabel VIII. Rekapitulasi Perbandingan Alat yang Digunakan

No	Nama alat	Jenis paket pekerjaan	
		Perkerasan lentur dengan drainase cor ditempat	Perkerasan kaku dengan drainase <i>precast</i>
1	<i>Concrete mixer truck</i>	✓	✓
2	<i>Truck trailler</i>	-	✓
3	<i>Dump truck</i>	✓	✓
4	<i>Truck</i>	✓	✓
5	<i>Concrete vibrator</i>	✓	✓
6	<i>Mesin mollen beton</i>	✓	✓
7	<i>Stamper</i>	✓	✓
8	<i>Bar cutter</i>	✓	✓
9	<i>Bar bender</i>	✓	✓
10	<i>Screed paver</i>	✓	✓
11	<i>Asphalt mixing plant (AMP)</i>	✓	-
12	<i>Vibrator roller</i>	✓	✓
13	<i>Tandem roller</i>	✓	-
14	<i>Pneumatic tire roller</i>	✓	-
15	<i>Asphalt finisher</i>	✓	-
16	<i>Asphalt sprayer</i>	✓	-
17	<i>Asphalt distributor</i>	✓	-

Tabel IX. Rekapitulasi Perbandingan Metode Pelaksanaan yang Digunakan

No	Nama pekerjaan	Jenis paket pekerjaan	
		Perkerasan lentur dengan drainase cor ditempat	Perkerasan kaku dengan drainase <i>precast</i>
1	Mobilisasi	✓	✓
2	Manajemen dan keselamatan lalu lintas	✓	✓
3	Pengamanan lingkungan hidup	✓	✓
4	Pekerjaan galian saluran drainase	✓	✓
5	Pekerjaan lantai kerja drainase beton (K-125)	✓	✓
6	Pekerjaan konstruksi drainase cor ditempat	✓	
7	Pekerjaan konstruksi drainase <i>precast</i>		✓
8	Pekerjaan perkerasan berbutir	✓	✓
9	Pekerjaan timbunan pilihan	✓	✓
10	Pekerjaan bahu jalan agregat kelas S	✓	✓
11	Pekerjaan lapis pondasi CTB	✓	✓
12	Pekerjaan galian dengan <i>cold milling machine</i>	✓	
13	Pekerjaan galian tanpa <i>cold milling machine</i>	✓	
14	Pekerjaan lapis perekat aspal emulsi	✓	
15	Pekerjaan lapis antara (AC-BC)	✓	
16	Pekerjaan lapis perata (AC-BC/L)	✓	
17	Pekerjaan lapis aus (AC-WC)	✓	
18	Pekerjaan beton mutu tinggi (K-400)		✓
19	Penulangan/pembesian	✓	✓
20	Pekerjaan <i>opleging</i> plastik		✓
21	Pemeliharaan rutin perkerasan	✓	
22	Pemeliharaan rutin bahu jalan	✓	
23	Pemeliharaan rutin saluran drainase	✓	
24	Pemeliharaan rutin pelengkap jalan	✓	

4. PENUTUP (STYLE HEADING)

Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai perbandingan perkerasan lentur menggunakan drainase cor ditempat dengan perkerasan kaku menggunakan drainase *precast*, maka dapat disimpulkan hasil akhir sebagai berikut:

- 1) Biaya pekerjaan konstruksi perkerasan lentur menggunakan saluran drainase cor ditempat menghabiskan biaya sebesar Rp. 11.970.576.399,00.
- 2) Biaya pekerjaan konstruksi perkerasan kaku menggunakan saluran drainase *precast* menghabiskan biaya sebesar Rp. 16.684.481.501,00.
- 3) Dari perbandingan biaya perkerasan lentur menggunakan saluran drainase cor ditempat dengan biaya perkerasan kaku menggunakan saluran drainase *precast* menunjukkan bahwa perkerasan kaku dengan saluran drainase *precast* mengalami kelebihan biaya sebesar Rp. 4.713.905.102,00.
- 4) Kelebihan biaya setiap paket pekerjaan tampak begitu besar, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:
 - a. Jenis pekerjaan, jika pada perkerasan lentur pekerjaan yang dilakukan hanya sebatas rekonstruksi/peningkatan struktur jalan dimana pengerjaannya hanya pada bagian konstruksi yang mengalami kerusakan sedangkan pada perkerasan kaku merupakan pekerjaan konstruksi dari awal atau dari nol. Pada pekerjaan konstruksi drainase perbedaan biaya terletak pada mobilisasi/pengangkutan material.
 - b. Bahan/material dan alat yang digunakan pada masing-masing pekerjaan.
 - c. Perbedaan volume pekerjaan
 - d. Jangka waktu pengerjaan.
- 5) Dari segi metode pelaksanaan terdapat perbedaan diantaranya proses pemadatan, pada perkerasan lentur pemadatan dilakukan dengan 3 tahap (pemadatan tahap awal, pemadatan antara, pemadatan tahap akhir/*finishing*) sedangkan pada perkerasan kaku pemadatan hanya dilakukan menggunakan alat getar *vibrator*. Kemudian perbedaan dari segi umur konstruksi, jika pada perkerasan lentur umur konstruksi tidak diperhitungkan tetapi dalam perkerasan kaku umur konstruksi diperhitungkan (umur beton \pm 28 bulan).
- 6) Dari segi peralatan/alat berat yang digunakan perkerasan kaku lebih hemat dan efisien jika dibandingkan perkerasan lentur, karena dalam pengerjaannya perkerasan kaku tidak membutuhkan alat berat yang banyak.
- 7) Dalam hal kesulitan/kerumitan pekerjaan, perkerasan kaku lebih sulit karena memerlukan pemasangan tulangan dan *beasting* serta lama pengerjaan.
- 8) Hasil dari kesimpulan diatas bila dilihat dari segi biaya disarankan menggunakan perkerasan lentur dengan saluran drainase cor ditempat karena lebih menghemat, tetapi bila perencanaan mengacu pada umur/keawetan konstruksi serta kondisi tanah/lingkungan (perhutanan) disarankan memakai perkerasan kaku dengan saluran drainase *precast*.

Saran

- 1) Pekerjaan peningkatan konstruksi jalan ini terletak diantara hutan dan pesawahan, alangkah baiknya jika perencanaan dilakukan peninjauan terhadap jenis tanah, sehingga berdampak pada kualitas perkerasan dan umur rencananya dapat tercapai sesuai masa pelayanan jalan.
- 2) Pada Tugas Akhir ini lebih menitik beratkan kepada perhitungan perbedaan biaya dan metode pelaksanaannya, oleh karena itu pada perencanaan perkerasan kaku menggunakan saluran drainase *precast* hasil akhir perhitungannya mungkin tidak tepat, karena data perencanaan yang didapat tidak akurat, untuk penelitian selanjutnya alangkah baiknya jika data yang dijadikan acuan bisa memberikan hasil akhir yang tepat dan akurat.
- 3) Untuk perencana maupun pelaksana hendaknya mementingkan keuntungan yang merujuk pada kualitas dan hasil akhir daripada mementingkan keuntungan tetapi mengabaikan kualitas dan hasil akhir.

PERSANTUNAN

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Mochamad Solikin, ST., MT., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Anggota Tim Penguji yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan.
3. Ibu Senja Rum Harnaeni, ST., MT, selaku Pembimbing Utama sekaligus sebagai Ketua Tim Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan sampai terselasaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. H. Muhammad Nursahid, MM., MT, selaku Pembimbing Pendamping sekaligus Sekretaris Tim Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan sampai terselasaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Qunik Wiqoyah, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Bapak Kadir dan Ibu Sutyem, selaku orang tua yang telah memberikan segala dukungan, baik moral maupun material, sehingga saya dapat menyelesaikan studi ini.

7. Adekku Toni Dwi Setiawan yang telah menghibur dan memberi semangat kepada saya dari awal hingga akhir.
8. Teman-teman “Teknik Sipil 2011 tanpa terkecuali” yang tidak bisa menyebutkan satu persatu karena terlalu banyak, terimakasih pertemanannya dan dukungannya, semoga kita semua sukses.
9. Terimakasih Redhita R. Permatasari dan Prima Jovita Permata untuk motivasi dan semangatnya.
10. Keluarga besar “Civitas Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta”, terimakasih atas semua bimbingannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abizar, Koswari. 2010. Analisa Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku pada Jalan Lintas Ambawang-Tayan Kalimantan Barat Ditinjau dari Segi Ekonomi. (<http://digilib.its.ac.id> Diakses September 2015).
- Direktorat Jendral Bina Marga, (2010), “*Panduan Analisa Harga Satuan*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, Juni 1997, *MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1987. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Komponen*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1985. *Pedoman Perencanaan Perkerasan Kaku (Beton Semen)*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Ervianto, W, I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Pertama*. Yogyakarta: Andi.
- Husen, A. 2009. *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Lucas, Caesar. 2010. Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Konstruksi Perkerasan Kaku serta Analisa Ekonomi pada Proyek Jalan SP5-SP8 Kabupaten Manokowari. (<http://digilib.its.ac.id> Diakses September 2015).
- Nurhayati. 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Peraturan Pemerintah dalam UU RI No 22 Tahun 2009
- Sukirman, S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Suryawan, A. 2005, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Yogyakarta: Beta Offset.
- http://id.wikipedia.org/wiki/jalan_raya
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Alat>
- http://id.wikipedia.org/wiki/perkerasan_jalan
- http://binamarga.grobogan.go.id/info-bina-marga/artikel-ilmiah/119-konstruksi_perkerasan-lentur-flexible-pavement